

# Inhaltsverzeichnis

|                                               |    |                                            |     |
|-----------------------------------------------|----|--------------------------------------------|-----|
| <b>1 Zellphysiologie</b> .....                | 3  | <b>2.4 Gasaustausch</b> .....              | 56  |
| Albrecht Schwab                               |    | 2.4.1 Ventilation und Perfusion .....      | 57  |
| <b>1.1 Aufbau der Zellen</b> .....            | 3  | 2.4.2 Diffusion .....                      | 61  |
| 1.1.1 Zellmembran .....                       | 3  | 2.4.3 Gastransport im Blut .....           | 62  |
| 1.1.2 Zytoskelett .....                       | 6  | 2.4.4 Blutgaswerte .....                   | 65  |
| 1.1.3 Zellkern .....                          | 8  | <b>2.5 Immunreaktionen und Schleim-</b>    |     |
| 1.1.4 Endoplasmatisches Retikulum .....       | 11 | <b>transport in den Lungen</b> .....       | 67  |
| 1.1.5 Golgi-Apparat .....                     | 12 | 2.5.1 Mukoziliärer Transport .....         | 67  |
| 1.1.6 Lysosomen .....                         | 12 | 2.5.2 Viskoelastische Eigenschaften .....  | 68  |
| 1.1.7 Mitochondrien .....                     | 13 | 2.5.3 Andere Mechanismen .....             | 69  |
| <b>1.2 Transport durch die Zellmembran</b> .. | 14 | <b>2.6 Atemregulation</b> .....            | 71  |
| 1.2.1 Passiver Transport .....                | 15 | 2.6.1 Atemzentrum .....                    | 72  |
| 1.2.2 Aktiver Transport .....                 | 19 | 2.6.2 Chemosensoren .....                  | 73  |
| 1.2.3 Endozytose und Exozytose .....          | 22 | 2.6.3 Pulmonale Rezeptoren .....           | 74  |
| <b>1.3 Membranpotential</b> .....             | 23 | 2.6.4 Extrapulmonale Rezeptoren .....      | 74  |
| 1.3.1 Entstehung des Membranpotentials ..     | 23 | Literatur .....                            | 76  |
| 1.3.2 Beitrag der Leitfähigkeiten zum         |    |                                            |     |
| Membranpotential .....                        | 24 | <b>3 Blut, Immunsystem und Herz-</b>       |     |
| 1.3.3 Entstehung des Aktionspotentials ...    | 25 | <b>Kreislauf-System</b> .....              | 79  |
| <b>1.4 Zellen in ihrer „sozialen“</b>         |    | Frans van den Berg, Ulrike Wehrstein       |     |
| <b>Umgebung</b> .....                         | 27 | <b>3.1 Blut</b> .....                      | 79  |
| 1.4.1 Zellen und ihre unmittelbare Nach-      |    | Frans van den Berg                         |     |
| barschaft .....                               | 27 | 3.1.1 Blutzellen .....                     | 80  |
| 1.4.2 Reaktion auf extrazelluläre Signale ..  | 29 | 3.1.2 Blutplasma und Blutserum .....       | 92  |
| Literatur .....                               | 32 | 3.1.3 Blutstillung und Blutgerinnung ..... | 94  |
|                                               |    | 3.1.4 Blutgruppen .....                    | 99  |
|                                               |    | 3.1.5 Blutsenkungsgeschwindigkeit .....    | 101 |
| <b>2 Atemsystem</b> .....                     | 35 | <b>3.2 Körperabwehr und Lymphe</b> .....   | 101 |
| Rik Gosselink                                 |    | Frans van den Berg                         |     |
| <b>2.1 Atempumpe</b> .....                    | 36 | 3.2.1 Unspezifische Abwehr .....           | 101 |
| 2.1.1 Atembewegung .....                      | 37 | 3.2.2 Spezifische Abwehr/Immunsystem ..    | 104 |
| 2.1.2 Rumpfwand .....                         | 37 | 3.2.3 Wechselwirkung Immunsystem –         |     |
| 2.1.3 Atemmuskulatur .....                    | 39 | Nervensystem – Hormonsystem ....           | 108 |
| 2.1.4 Atemhilfsmuskulatur .....               | 41 | 3.2.4 Immunisierung .....                  | 109 |
| 2.1.5 Interaktion der Atemmuskeln .....       | 42 | 3.2.5 Immunsuppression .....               | 110 |
| <b>2.2 Aufbau der Lungen</b> .....            | 42 | 3.2.6 Immundefizienz .....                 | 110 |
| 2.2.1 Luftwege .....                          | 43 | 3.2.7 Stärkung des Immunsystems .....      | 110 |
| 2.2.2 Alveolen und Bronchioli respiratorii .. | 46 | 3.2.8 Allergien und Intoleranzen .....     | 111 |
| 2.2.3 Vaskularisation der Lunge .....         | 46 | 3.2.9 Lymphatisches System .....           | 114 |
| <b>2.3 Lungen- und Atemmechanik</b> .....     | 48 | <b>3.3 Kreislauf</b> .....                 | 117 |
| 2.3.1 Lungen- und Atemvolumina .....          | 48 | Ulrike Wehrstein                           |     |
| 2.3.2 Lungen- und Rumpfwandmechanik ..        | 53 | 3.3.1 Aufbau des Gefäßsystems .....        | 118 |
| 2.3.3 Atemarbeit .....                        | 54 | 3.3.2 Strömungseigenschaften .....         | 120 |

|            |                                                          |     |            |                                                                    |     |
|------------|----------------------------------------------------------|-----|------------|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3.3      | Kreislauffunktion .....                                  | 123 | 6.2.2      | Arten postsynaptischer Rezeptoren ..                               | 297 |
| 3.3.4      | Kreislaufregulation .....                                | 128 | 6.2.3      | Transmitterklassen chemischer Synapsen .....                       | 298 |
| 3.3.5      | Anpassung des Kreislaufs an Belastung .....              | 135 | 6.2.4      | Wechselbeziehungen zwischen Synapsen .....                         | 300 |
| <b>3.4</b> | <b>Herz</b> .....                                        | 139 | <b>6.3</b> | <b>Anatomische Grundlagen des Zentralnervensystems</b> .....       | 301 |
|            | Ulrike Wehrstein .....                                   |     | 6.3.1      | Rückenmark .....                                                   | 301 |
| 3.4.1      | Herzaufbau .....                                         | 139 | 6.3.2      | Hirnstamm .....                                                    | 304 |
| 3.4.2      | Herzfunktion .....                                       | 144 | 6.3.3      | Zwischenhirn .....                                                 | 306 |
| 3.4.3      | Regulation der Herzfunktion .....                        | 153 | 6.3.4      | Endhirn .....                                                      | 307 |
| 3.4.4      | Anpassung der Herzfunktion an Belastung .....            | 156 | 6.3.5      | Entwicklung des menschlichen Zentralnervensystems .....            | 316 |
| 3.4.5      | Koronardurchblutung .....                                | 158 | <b>6.4</b> | <b>Allgemeine Funktionen des Zentralnervensystems</b> .....        | 317 |
|            | Literatur .....                                          | 159 | 6.4.1      | Allgemeiner Aktivitätszustand .....                                | 318 |
| <b>4</b>   | <b>Verdauungstrakt</b> .....                             | 163 | 6.4.2      | Motivation .....                                                   | 327 |
|            | Ghislaine Heesen .....                                   |     | 6.4.3      | Emotionen .....                                                    | 329 |
| <b>4.1</b> | <b>Organe des Verdauungstrakts</b> .....                 | 163 | 6.4.4      | Sprache .....                                                      | 329 |
| 4.1.1      | Mund- und Rachenhöhle .....                              | 163 | <b>6.5</b> | <b>Sensomotorik</b> .....                                          | 331 |
| 4.1.2      | Speiseröhre .....                                        | 166 | 6.5.1      | Sensomotorische Organisation des Rückenmarks .....                 | 332 |
| 4.1.3      | Magen .....                                              | 167 | 6.5.2      | Sensomotorische Aufgaben des Hirnstammes .....                     | 337 |
| 4.1.4      | Dünndarm .....                                           | 179 | 6.5.3      | Kleinhirn .....                                                    | 338 |
| 4.1.5      | Dickdarm .....                                           | 188 | 6.5.4      | Sensomotorische Hirnrindenareale ..                                | 340 |
| <b>4.2</b> | <b>Drüsen des Verdauungstraktes</b> .....                | 196 | 6.5.5      | Basalganglien .....                                                | 344 |
| 4.2.1      | Leber .....                                              | 196 | <b>6.6</b> | <b>Lernen und Gedächtnis</b> .....                                 | 346 |
| 4.2.2      | Gallenblase .....                                        | 203 | 6.6.1      | Vorbemerkungen, Begriffe und Definitionen .....                    | 346 |
| 4.2.3      | Bauchspeicheldrüse .....                                 | 209 | 6.6.2      | Gedächtnis .....                                                   | 347 |
| <b>4.3</b> | <b>Nährstoffe</b> .....                                  | 216 | 6.6.3      | Neuronale Grundlagen des Lernens und Gedächtnisses .....           | 352 |
| 4.3.1      | Kohlenhydrate .....                                      | 216 | 6.6.4      | Grundzüge der Neuroanatomie des Gedächtnisses .....                | 356 |
| 4.3.2      | Eiweiße .....                                            | 218 | 6.6.5      | Motorisches Lernen .....                                           | 357 |
| 4.3.3      | Fette .....                                              | 219 | <b>6.7</b> | <b>Wirkungen physiotherapeutischer Maßnahmen auf das ZNS</b> ..... | 362 |
| 4.3.4      | Vitamine .....                                           | 221 | 6.7.1      | Constraint-induced therapy (CI-Therapie) nach Taub .....           | 362 |
| 4.3.5      | Minerale und Spurenelemente .....                        | 228 | 6.7.2      | Mentales Üben motorischer Fertigkeiten .....                       | 363 |
|            | Literatur .....                                          | 231 |            | Literatur .....                                                    | 364 |
| <b>5</b>   | <b>Urogenitaltrakt</b> .....                             | 235 | <b>7</b>   | <b>Peripheres Nervensystem</b> .....                               | 369 |
|            | Marijke Van Kampen .....                                 |     |            | David W. Maskill .....                                             |     |
| <b>5.1</b> | <b>Harnsystem</b> .....                                  | 235 | <b>7.1</b> | <b>Aufbau des peripheren Nervs</b> .....                           | 369 |
| 5.1.1      | Oberer Harntrakt .....                                   | 236 | <b>7.2</b> | <b>Impulserzeugung und -übertragung</b> .....                      | 371 |
| 5.1.2      | Unterer Harntrakt .....                                  | 243 | 7.2.1      | Synaptische Integration .....                                      | 371 |
| <b>5.2</b> | <b>Fortpflanzung</b> .....                               | 254 | 7.2.2      | Exzitatorische Übertragung an einer Synapse .....                  | 372 |
| 5.2.1      | Männliche Geschlechtsorgane .....                        | 254 | 7.2.3      | Räumliche und zeitliche Summation .....                            | 373 |
| 5.2.2      | Weibliche Geschlechtsorgane .....                        | 261 |            |                                                                    |     |
| 5.2.3      | Fortpflanzung, Schwangerschaft und Geburt .....          | 272 |            |                                                                    |     |
|            | Literatur .....                                          | 289 |            |                                                                    |     |
| <b>6</b>   | <b>Zentralnervensystem</b> .....                         | 293 |            |                                                                    |     |
|            | Thomas Weiß .....                                        |     |            |                                                                    |     |
| <b>6.1</b> | <b>Einleitung: Von Motivation bis Bewegung</b> .....     | 293 |            |                                                                    |     |
| <b>6.2</b> | <b>Neuron-Neuron-Interaktionen</b> .....                 | 294 |            |                                                                    |     |
| 6.2.1      | Aufbau und allgemeine Funktion chemischer Synapsen ..... | 295 |            |                                                                    |     |

|                                                                                   |     |                                                                                        |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>7.3 Physiologische Bedeutung der Neuronensegmente</b> .....                    | 374 | <b>9 Sinnesorgane</b> .....                                                            | 415 |
| 7.3.1 Rezeptives Segment .....                                                    | 374 | Heidrun Schewe                                                                         |     |
| 7.3.2 Initiales Segment .....                                                     | 374 | <b>9.1 Gemeinsame Struktur- und Funktionsprinzipien der sensorischen Systeme</b> ..... | 415 |
| 7.3.3 Konduktiles Segment .....                                                   | 374 | 9.1.1 Eigenschaften von Reizen .....                                                   | 415 |
| <b>7.4 Leitungseigenschaften des Nerven</b> ..                                    | 377 | 9.1.2 Transduktion und Kodierung .....                                                 | 416 |
| <b>7.5 Klassifikation von Nervenfasern</b> ...                                    | 377 | 9.1.3 Rezeptive Felder .....                                                           | 417 |
| <b>7.6 Degeneration und Regeneration peripherer Nervenfasern</b> .....            | 378 | 9.1.4 Weiterleitung .....                                                              | 419 |
| 7.6.1 Waller-Degeneration .....                                                   | 378 | <b>9.2 Somatosensorisches Informationssystem</b> .....                                 | 421 |
| 7.6.2 Retrograde Degeneration .....                                               | 378 | 9.2.1 Mechanorezeptoren .....                                                          | 422 |
| 7.6.3 Waller-Regeneration .....                                                   | 379 | 9.2.2 Temperatur- und Schmerzrezeptoren .....                                          | 424 |
| <b>7.7 Sensorische Rezeptoren</b> .....                                           | 380 | 9.2.3 Propriozeptive Reize .....                                                       | 427 |
| 7.7.1 Klassifikation sensorischer Rezeptoren .....                                | 381 | <b>9.3 Hören und Gleichgewicht</b> .....                                               | 430 |
| 7.7.2 Physiologie sensorischer Rezeptoren und der Impulsauslösung .....           | 382 | 9.3.1 Hörorgan .....                                                                   | 431 |
| <b>7.8 Klassifikation propriozeptiver Fasern</b> .....                            | 383 | 9.3.2 Gleichgewichtsorgan .....                                                        | 438 |
| Literatur .....                                                                   | 383 | <b>9.4 Sehen</b> .....                                                                 | 444 |
| <b>8 Vegetatives Nervensystem</b> ....                                            | 387 | 9.4.1 Photorezeptoren .....                                                            | 445 |
| Helen Slater                                                                      |     | 9.4.2 Phototransduktion .....                                                          | 446 |
| <b>8.1 Zentrale vegetative Regulationsmechanismen</b> .....                       | 387 | 9.4.3 Weiterleitung .....                                                              | 448 |
| 8.1.1 Spezifische Gehirnregionen der zentralen vegetativen Regulation ...         | 389 | 9.4.4 Weiterverarbeitung der visuellen Informationen .....                             | 455 |
| <b>8.2 Peripheres vegetatives Nervensystem</b> .....                              | 392 | <b>9.5 Riechen und Schmecken</b> .....                                                 | 457 |
| 8.2.1 Sympathisches Nervensystem: spinaler und peripherer Anteil .....            | 392 | 9.5.1 Geruchsorgan .....                                                               | 457 |
| 8.2.2 Parasympathisches Nervensystem: kranialer und peripherer Anteil .....       | 397 | 9.5.2 Geschmacksorgan .....                                                            | 460 |
| <b>8.3 Neurotransmission im vegetativen Nervensystem</b> .....                    | 398 | Literatur .....                                                                        | 464 |
| 8.3.1 Vegetative Neurotransmitter .....                                           | 398 | <b>10 Schmerzphysiologie</b> .....                                                     | 467 |
| 8.3.2 Kathecholaminfreisetzung aus dem adrenergen Nebennierenmark .....           | 399 | Louis Gifford                                                                          |     |
| 8.3.3 Vegetative Rezeptoren .....                                                 | 400 | <b>Einleitung</b> .....                                                                | 467 |
| <b>8.4 Sympathisches Nervensystem bei Verletzung und Krankheit</b> .....          | 401 | <b>10.1 Modell des reifen Organismus</b> ....                                          | 468 |
| 8.4.1 Stressreaktion des Gehirns .....                                            | 401 | <b>10.2 Verletzung und Schmerz im Modell des reifen Organismus</b> .....               | 471 |
| 8.4.2 Immunreaktion und Krankheit .....                                           | 402 | <b>10.3 Pathobiologische Schmerzmechanismen</b> .....                                  | 475 |
| 8.4.3 Efferentes sympathisches Nervensystem und Schmerz .....                     | 404 | <b>10.4 Gewebemechanismen bei Verletzung und Heilung</b> .....                         | 478 |
| 8.4.4 Vegetative Beteiligung an der neurogenen Entzündung und Gewebeheilung ..... | 406 | <b>10.5 Afferente Mechanismen</b> .....                                                | 480 |
| <b>8.5 Somatoviszzerale und viserosomatische Reflexe</b> .....                    | 408 | 10.5.1 Nozizeptive Mechanismen .....                                                   | 480 |
| <b>Schlussfolgerungen</b> .....                                                   | 409 | 10.5.2 Periphere neurogene Mechanismen ..                                              | 488 |
| Literatur .....                                                                   | 410 | 10.5.3 Humorale/immunologische Mechanismen .....                                       | 490 |
|                                                                                   |     | <b>10.6 Verarbeitungsmechanismen</b> .....                                             | 491 |
|                                                                                   |     | 10.6.1 ZNS-Plastizität und Schmerzernierung .....                                      | 491 |
|                                                                                   |     | 10.6.2 Affektive und kognitive Mechanismen .....                                       | 495 |
|                                                                                   |     | <b>10.7 Efferente Mechanismen</b> .....                                                | 498 |
|                                                                                   |     | 10.7.1 Somatomotorische Efferenzen .....                                               | 498 |
|                                                                                   |     | 10.7.2 Vegetative Efferenzen .....                                                     | 499 |
|                                                                                   |     | 10.7.3 Neuroendokrine Efferenzen .....                                                 | 501 |

|             |                                                                                                |            |                              |                                                                |            |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------|
| 10.7.4      | Neuroimmune Efferenzen .....                                                                   | 502        | 11.1.5                       | Energiebereitstellung bei Muskel-<br>arbeit .....              | 532        |
| 10.7.5      | Absteigende Schmerzkontroll-<br>systeme .....                                                  | 503        | 11.1.6                       | Ermüdung .....                                                 | 540        |
| 10.7.6      | Antidrome Impulse und neurogene<br>Entzündung .....                                            | 504        | 11.1.7                       | Erholung und Regeneration .....                                | 544        |
| <b>10.8</b> | <b>Eigenschaften der Schmerz-<br/>wahrnehmung, Schmerzleitung<br/>und Schmerzzentren .....</b> | <b>505</b> | <b>11.2</b>                  | <b>Leistungsanpassung des Herz-<br/>Kreislaufsystems .....</b> | <b>546</b> |
| 10.8.1      | Vom Rückenmark zum Gehirn .....                                                                | 509        |                              | Tony Reybrouck                                                 |            |
| 10.8.2      | Verarbeitung im Gehirn .....                                                                   | 509        | 11.2.1                       | Herzfrequenz .....                                             | 546        |
| 10.8.3      | Zusammenfassende Denkanstöße ...                                                               | 513        | 11.2.2                       | Herzminutenvolumen .....                                       | 548        |
|             | Literatur .....                                                                                | 514        | 11.2.3                       | Schlagvolumen .....                                            | 548        |
| <b>11</b>   | <b>Leistungsphysiologie .....</b>                                                              | <b>521</b> | 11.2.4                       | Atemgase im Blut .....                                         | 549        |
|             | Rik Gosselink, Hans-Josef Haas, Tony Reybrouck                                                 |            | 11.2.5                       | Blutdruck .....                                                | 551        |
| <b>11.1</b> | <b>Leistungsanpassung des<br/>muskulären Systems .....</b>                                     | <b>522</b> | 11.2.6                       | Totaler peripherer Gefäßwiderstand .                           | 552        |
|             | Hans-Josef Haas                                                                                |            | 11.2.7                       | Lokale Zirkulation .....                                       | 552        |
| 11.1.1      | Physikalische Grundlagen .....                                                                 | 522        | 11.2.8                       | Altersunterschiede .....                                       | 553        |
| 11.1.2      | Physiologische Grundlagen .....                                                                | 523        | <b>11.3</b>                  | <b>Leistungsanpassung des Atem-<br/>systems .....</b>          | <b>554</b> |
| 11.1.3      | Muskulatur .....                                                                               | 524        |                              | Rik Gosselink                                                  |            |
| 11.1.4      | Energieumsatz .....                                                                            | 526        | 11.3.1                       | Ventilation .....                                              | 554        |
|             |                                                                                                |            | 11.3.2                       | Gasaustausch und Gastransport ....                             | 557        |
|             |                                                                                                |            |                              | Literatur .....                                                | 559        |
|             |                                                                                                |            | <b>Sachverzeichnis .....</b> | <b>563</b>                                                     |            |